

SUJET

2019-2020

PHYSIQUE-CHIMIE
POUR LA SANTÉ
SPÉ première ST2S

ÉVALUATIONS
COMMUNES

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1..1

ÉVALUATION COMMUNE

CLASSE : Première ST2S

EC : ☐ EC1 ☒ EC2 ☐ EC3

VOIE : ☐ Générale ☒ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Physique-chimie pour la santé

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2h

Niveaux visés (LV) : LVA LVB

Axes de programme :

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

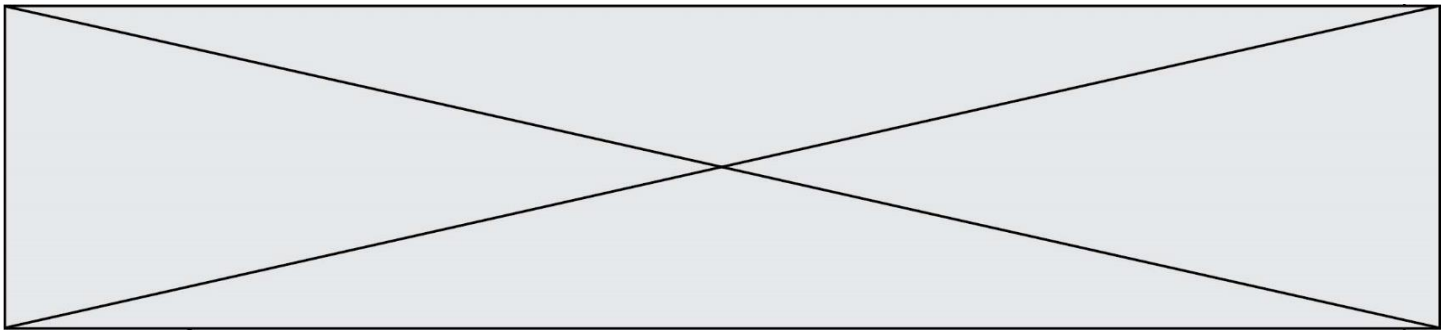
DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐ Oui ☒ Non

☒ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

☐ Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

☐ Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

Nombre total de pages : 13



Exercice 1 : Un déboucheur de canalisation (5 points)

Qui n'a pas, un jour ou l'autre, eu la mauvaise surprise d'avoir un lavabo ou un évier bouché ? L'objectif de cet exercice est d'étudier les caractéristiques de diverses solutions de déboucheurs de canalisations.

Document 1 : Recette d'un déboucheur « écologique »

Mélanger 100 g de bicarbonate de soude, 100 g de sel, 80 cL de vinaigre et le jus d'un demi-citron.

Verser le mélange dans la canalisation bouchée : une effervescence se produit. Attendre quelques heures et rincer à l'eau bouillante une fois l'opération terminée pour entraîner les résidus solides.

Document 2 : Extrait de l'étiquette d'un déboucheur commercial

Débouch'tout

10 % en masse environ de soude caustique

À utiliser avec précautions



Éviter d'utiliser dans les eaux stagnantes, si possible attendre l'infiltration des eaux résiduelles à travers le bouchon formé

Verser 500 mL de déboucheur - Attendre une demi-heure.

Renouveler si nécessaire l'opération en laissant agir toute la nuit.

Document 3 : Extrait de la fiche de sécurité de l'hydroxyde de sodium (source : INRS)

Hydroxyde de sodium en solution

(soude caustique) NaOH

$M = 40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Mention d'avertissement (CLP) :



Mention de danger (CLP) :

H290 - Peut être corrosif pour les métaux.

H314 - Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.

Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	
	N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 4 : Définition du pourcentage en masse d'hydroxyde de sodium dans le déboucheur

Un « pourcentage en masse » de $n\%$ correspond à une masse d'hydroxyde de sodium NaOH égale à une fraction $\frac{n}{100}$ de la masse d'un litre de déboucheur :

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{n}{100} \times m_{1,0\text{L de déboucheur}}$$

La masse d'un litre de déboucheur est égale à 1210 g.

Document 5 : Liste du matériel disponible

Liste du matériel disponible :

- une balance électronique,
- une spatule,
- un compte-goutte,
- une burette graduée de 25 mL,
- une coupelle de pesée,
- un dispositif de pipetage,
- des tubes à essais,
- des-éprouvettes graduées de 250 mL, 500 mL et 1 L,
- des-béchers de 250 mL, 500 mL et 1 L,
- des fioles jaugées de 250 mL, 500,0 mL et 1,0 L,
- des pipettes graduées de 10,0 mL et 25,0 mL,
- des pipettes jaugées de 10,0 mL, 25,0 mL, 50,0 mL et 100,0 mL
- une pissette d'eau distillée.

Données :

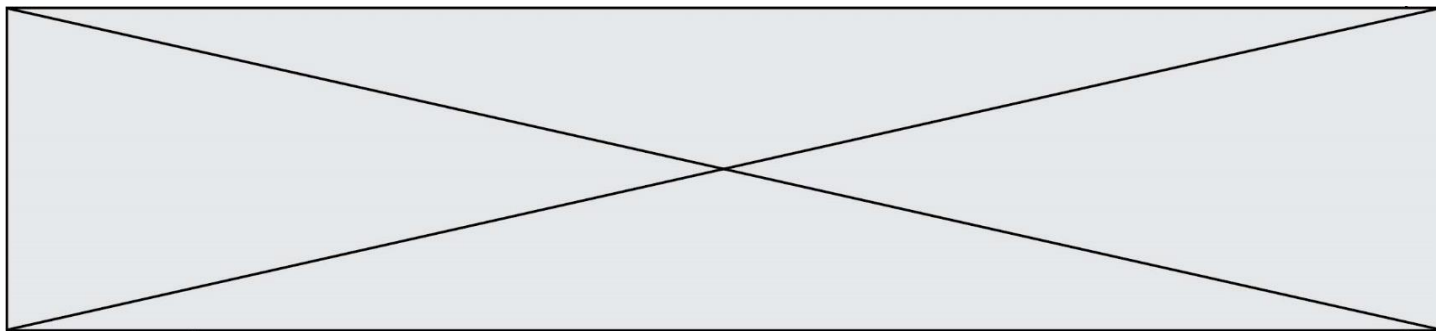
Couples acide / base : $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 / \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$; $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$

Grâce à une simple recherche sur Internet, le grand public accède désormais facilement à la connaissance de protocoles issus de la chimie, que l'on peut mettre en œuvre afin d'éliminer le bouchon formé dans une canalisation. Il convient toutefois de garder un esprit critique à l'égard de ces informations.

Le document 1 illustre un exemple de « recette » simple pour confectionner un déboucheur « écologique ». Lors du mélange du vinaigre avec le bicarbonate de soude, l'effervescence observée contribue à la dissolution du bouchon.

1. Écrire l'équation de la réaction acido-basique se produisant entre l'acide éthanoïque $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ présent dans le vinaigre et les ions hydrogénocarbonate HCO_3^- contenus dans le bicarbonate de soude. Expliquer alors l'origine de l'effervescence signalée dans le **document 1**.

Lorsque le déboucheur « écologique » n'agit pas assez rapidement ou ne dissout qu'une partie du bouchon, il est conseillé d'utiliser un déboucheur commercial en prenant quelques précautions.



2. Indiquer, en utilisant le **document 2**, dans quel intervalle de valeurs se situe le pH d'une solution de déboucheur commercial « Débouch'tout ». Justifier la réponse.

3. Lors du contact de la solution d'un déboucheur tel que le déboucheur « Débouch'tout » avec l'eau stagnante, une réaction exothermique se produit. Indiquer la signification du terme exothermique et le risque encouru lors du mélange.

4. En exploitant les **documents 2 à 4** et les connaissances acquises, prouver que la concentration molaire C_1 en hydroxyde de sodium dans le flacon, de volume égal à 1,0 L, de déboucheur « Débouch'tout » a une valeur voisine de $3,0 \text{ mol.L}^{-1}$.

On souhaite préparer une solution d'hydroxyde de sodium de concentration identique à celle de l'hydroxyde de sodium dans la solution commerciale « Débouch'tout ». À cet effet, on dispose d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_2 égale à $12,0 \text{ mol.L}^{-1}$.

5. Indiquer le nom de la technique expérimentale à mettre en œuvre pour cette préparation. À l'aide du **document 5**, identifier (nom et contenance) et schématiser les éléments de verrerie nécessaires à cette opération. Argumenter la réponse.

6. Indiquer les précautions qu'il convient de prendre afin de préparer, en toute sécurité, la solution de déboucheur.

Exercice 2 : Les nanomédicaments, une autre approche thérapeutique (5 points)

Lors de l'introduction d'un médicament dans l'organisme, le principe actif rencontre des barrières naturelles qui peuvent limiter son efficacité. C'est ainsi que de nombreuses molécules peinent à traverser les membranes cellulaires lorsqu'elles sont trop hydrophiles ou ont une masse moléculaire trop élevée. Au lieu d'exercer sa fonction thérapeutique de manière ciblée, le médicament peut alors produire des effets toxiques imprévus et il n'est pas garanti qu'il atteigne bien sa cible.

Pour résoudre ces difficultés, une nouvelle approche consiste à employer un nanomédicament, constitué de l'association d'un principe actif avec un nanovecteur dont le rôle est d'enfermer et de transporter efficacement ce principe actif vers sa cible. Les phospholipides, présentés dans le **document 1**, sont utilisés pour former des nanovecteurs. Deux exemples de nanovecteurs, le liposome et la micelle, sont schématisés dans le **document 2**.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité

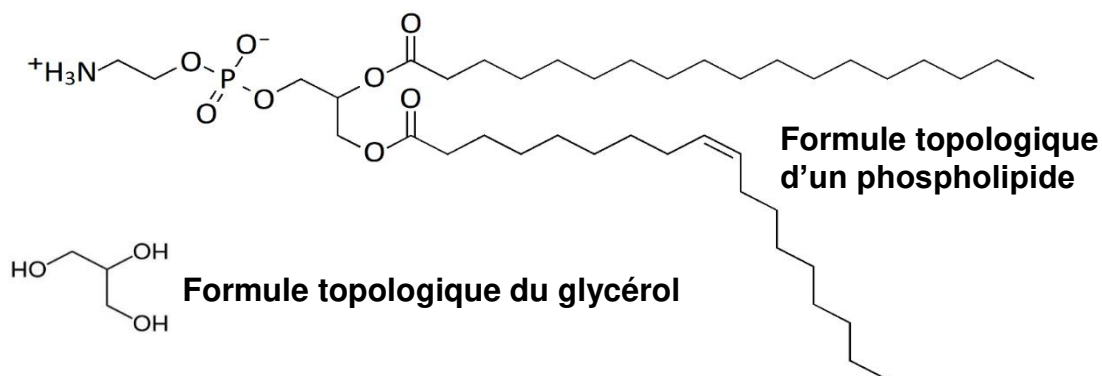
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

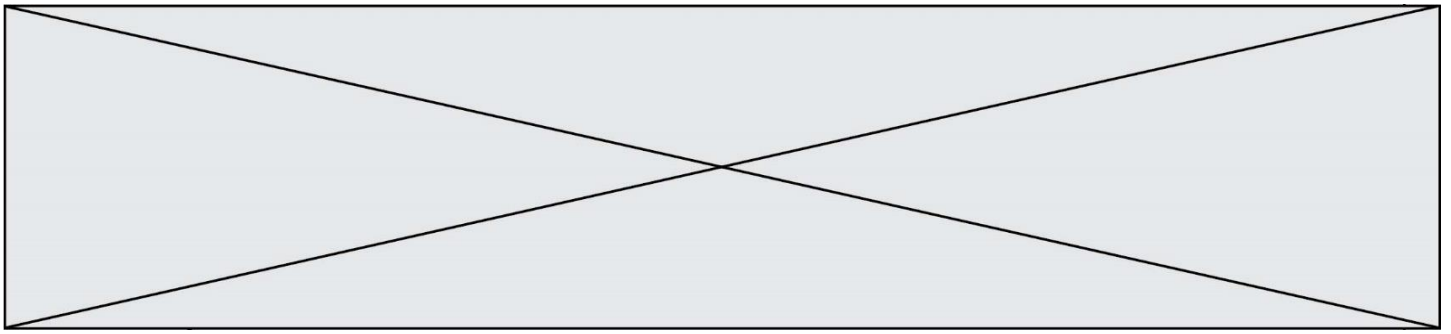
Né(e) le :

1.1

Document 1 : les phospholipides

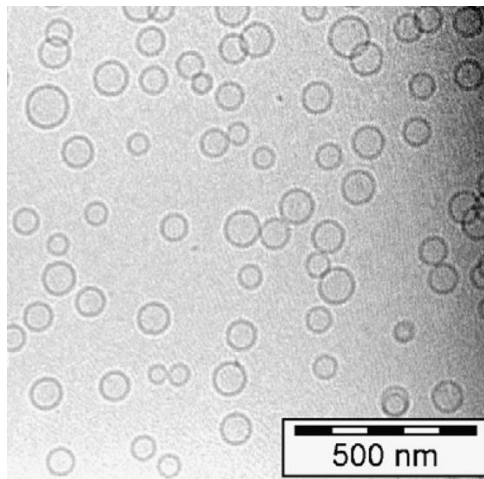
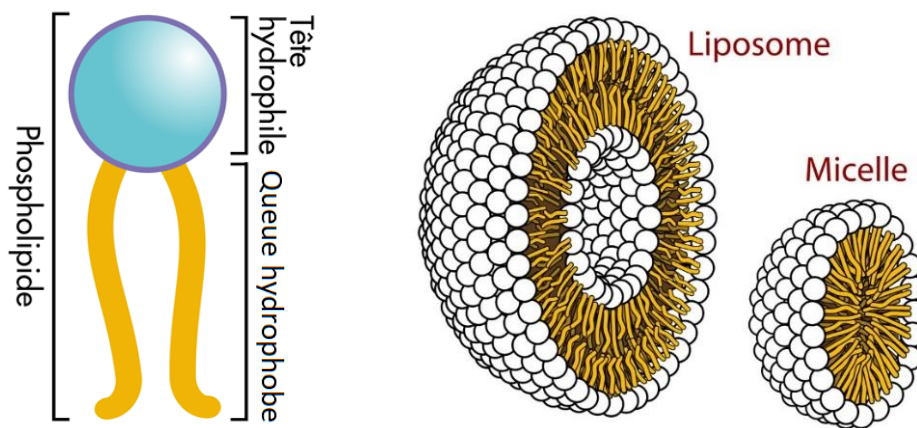
Utilisés pour former des nanovecteurs, les phospholipides composent aussi la membrane plasmique des cellules. Ils sont formés à partir d'une molécule de glycérol dans laquelle une fonction alcool est remplacée par un groupement phosphate et les deux autres fonctions alcools sont remplacées par un acide gras.





Document 2 : deux exemples de nanovecteurs

Il existe une grande variété de nanovecteurs qui se distinguent par leur composition (organique ou non), leur architecture ou encore leur taille. Le liposome et la micelle, schématisés ci-dessous, sont deux exemples de nanovecteurs constitués de l'assemblage d'un grand nombre de phospholipides.



Photographie de liposomes au microscope électronique

Données :

micromètre : $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

nanomètre : $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	
	N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

1. L'atome d'oxygène est plus électronégatif que l'atome d'hydrogène. Expliquer, à l'aide d'un schéma, pourquoi la molécule d'eau est polaire.
2. Donner la formule semi-développée du glycérol et y entourer les fonctions alcool.
3. Recopier la formule topologique d'un phospholipide figurant sur le **document 1** et entourer la partie hydrophile du phospholipide. Expliquer l'origine du caractère hydrophile de cette partie du phospholipide.
4. Sur la formule topologique d'un phospholipide qui a été recopiée à la question 3, repérer en l'encadrant la partie du phospholipide issue d'un acide gras saturé. Justifier la réponse.
5. Le **document 2** présente deux exemples de nanovecteurs : le liposome et la micelle.

Indiquer en le justifiant, éventuellement à l'aide d'un schéma simple, lequel de ces nanovecteurs peut être utilisé pour véhiculer un médicament hydrophobe.

6. Dans une revue scientifique, on peut lire « certains liposomes sont environ 70 fois plus petits qu'un globule rouge mesurant 7 μm ».

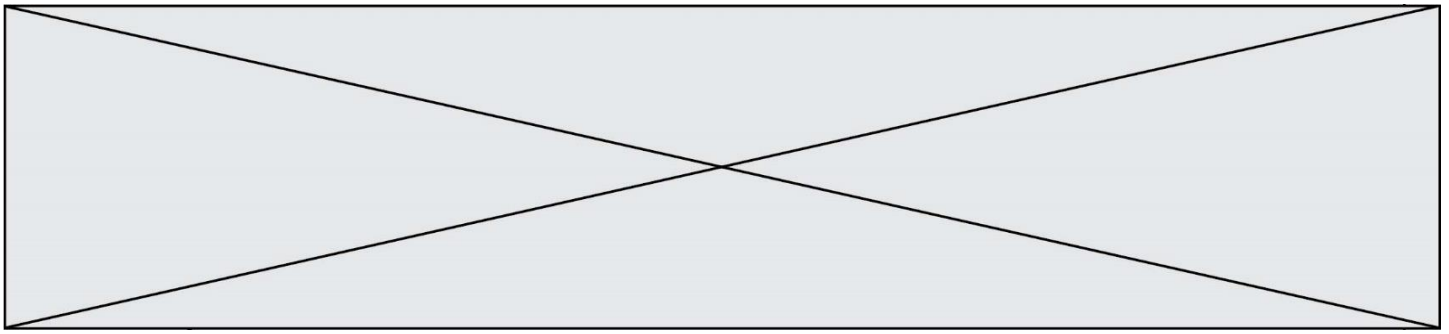
En le justifiant, indiquer si cette affirmation est en accord avec les informations disponibles dans le **document 2**.

Exercice 3 : Mesurer et réguler la température lors d'une mission sanitaire (5 points)

Simple élévation de température, la fièvre n'est pas une maladie à combattre. Cette élévation de la température (hyperthermie) est le signe que le corps humain se défend activement contre un agresseur, comme une infection. La température corporelle normale moyenne a une valeur égale à 37 °C (entre 36,5 °C et 37,5 °C selon les individus). On parle de fièvre légère jusqu'à 38 °C, de fièvre modérée entre 38 °C et 38,5 °C et de forte fièvre au-delà.

La cause la plus fréquente de fièvre est l'infection microbienne mais il peut aussi s'agir d'un empoisonnement (aliments avariés, champignons toxiques, venins de serpent...), d'allergènes chez les personnes allergiques, ou encore d'une destruction importante de tissus par une blessure ou une opération. Dans le domaine médical, différents types de thermomètres peuvent être utilisés pour détecter une élévation de la température corporelle.

Le thermomètre à infrarouges comporte un détecteur à infrarouges intégré au thermomètre ; il est utilisé pour un diagnostic médical et permet des mesures de températures corporelles comprises entre 35 °C et 45 °C.

**Document 1 : différents détecteurs à infrarouges**

Détecteur A	détection des infrarouges de valeurs de longueurs d'onde comprises entre 9,0 μm et 10,0 μm
Détecteur B	détection des infrarouges de valeurs de longueurs d'onde comprises entre 9,0 μm et 9,5 μm
Détecteur C	détection des infrarouges de valeurs de longueurs d'onde comprises entre 9,5 μm et 10,0 μm

Document 2 : l'utilisation du rayonnement infrarouge en médecine

La plupart des objets du quotidien et les êtres vivants émettent des rayonnements infrarouges. Ce sont des rayonnements électromagnétiques, invisibles pour l'œil humain, qui trouvent des applications dans le secteur industriel, dans les systèmes d'alarme pour la détection des intrusions ou encore pour le chauffage. Le rayonnement infrarouge est également utilisé dans le domaine médical et en particulier dans les thermomètres à infrarouges qui permettent, à partir de ces rayonnements émis par le corps humain, de déterminer la température de ce dernier sans nécessiter de contact direct.

Le rayonnement infrarouge émis par le corps humain suit la loi de Wien qui permet de relier la température de surface T d'un corps chaud à la longueur d'onde λ_{max} de la radiation émise par ce corps avec le maximum d'intensité lumineuse :

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{\text{constante}}{T}$$

avec : λ_{max} en mètre (m)

T en Kelvin (K)

$\text{constante} = 2,89 \times 10^{-3} \text{ m.K}$

Pour convertir une température θ exprimée en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) en une température T exprimée en Kelvin (K), on réalise l'opération suivante : $T(\text{K}) = 273 + \theta(^{\circ}\text{C})$.

Lors de prise de température corporelle, la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique émis est d'autant plus petite que la température du corps est élevée, et inversement.

Le thermomètre à infrarouges comporte un détecteur thermique qui transforme le rayonnement capté de longueur d'onde donnée en un signal électrique de valeur proportionnelle à l'intensité du rayonnement reçu. Ce signal est converti, grâce à une chaîne électronique, en une température indiquée sur l'afficheur du thermomètre.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

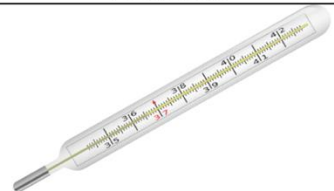
Document 3 : la maladie à virus Ebola d'après l'Organisation Mondiale de la Santé

La maladie à virus Ebola (autrefois appelée aussi fièvre hémorragique à virus Ebola) est une maladie grave, souvent mortelle chez l'homme. Le virus se transmet à l'homme à partir des animaux sauvages et se propage ensuite dans les populations par transmission interhumaine. Le taux de létalité moyen est d'environ 50 %. Au cours des flambées précédentes, les taux sont allés de 25 % à 90 %.

La participation de la communauté est essentielle pour juguler les flambées. Pour être efficace, la lutte doit se fonder sur un ensemble d'interventions : prise en charge des cas, mesures de prévention des infections et de lutte, surveillance et recherche des contacts, services de laboratoire de qualité, inhumations sans risque et dans la dignité et mobilisation sociale.

Les soins de soutien précoces axés sur la réhydratation et le traitement symptomatique améliorent les taux de survie. Aucun traitement homologué n'a pour l'instant démontré sa capacité à neutraliser le virus, mais plusieurs traitements (dérivés du sang, immunologiques ou médicamenteux) sont à l'étude.

Document 4 : Tableau comparatif des différents types de thermomètres

Thermomètre	Au gallium	Électronique	À infrarouges
Photographie	 On observe 10 graduations pour un degré Celsius		 Valeur affichée : 24,2 °C
Mesure	Par contact direct avec le patient - Temps de réponse d'environ 1 min	Par contact direct avec le patient - Temps de réponse d'environ 1 min	Sans contact, à quelques centimètres de l'oreille - Temps de réponse d'environ 5 s
Gamme de température	De 35 °C à 42 °C	De 32 °C à 42 °C	De 10 °C à 50 °C
Prix unitaire	8,46 €	7,49 €	37,44 €

Donnée :

$$1 \mu\text{m} = 1000 \text{ nm}$$

1. Reproduire sur la copie la **figure 1** ci-dessous et la compléter en indiquant les domaines des ondes électromagnétiques à l'extérieur du domaine de la lumière visible, les valeurs limites de longueurs d'onde des radiations du domaine du visible ainsi que les couleurs correspondant à ces limites dans le domaine de la lumière visible.

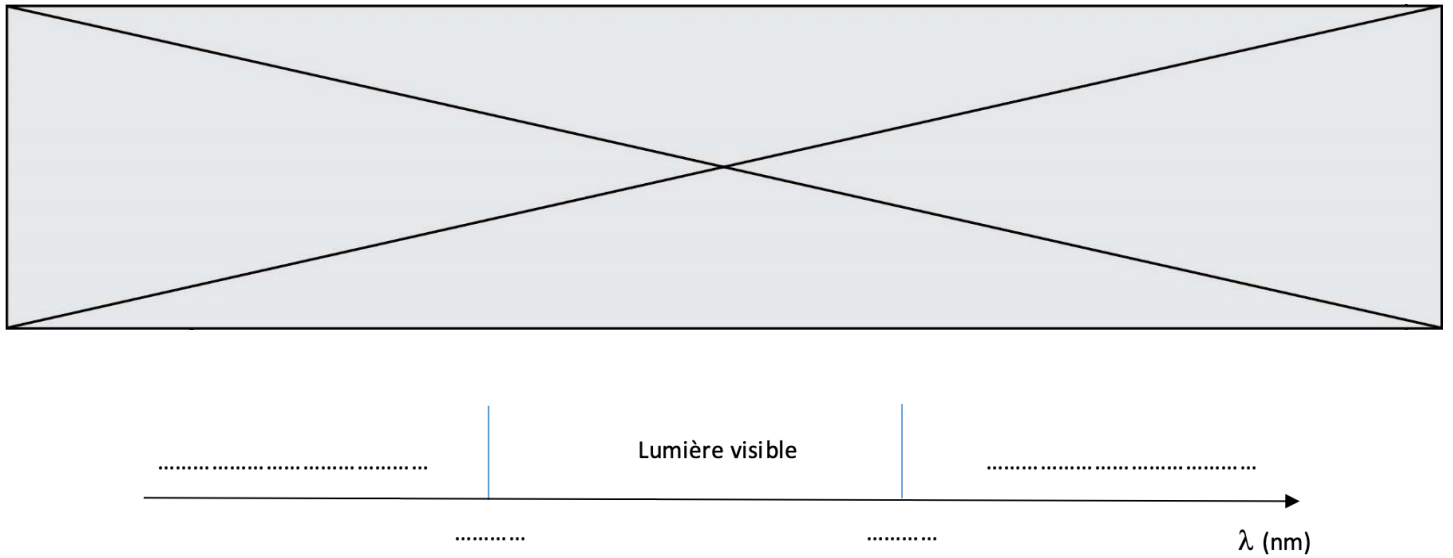


Figure 1 : Extrait du spectre des ondes électromagnétiques

2. À l'aide de la **figure 2** sur l'**annexe à rendre avec la copie**, déterminer les valeurs de longueurs d'onde des radiations émises avec une intensité maximale pour des corps dont les valeurs de température sont égales à 32 °C, 37 °C et 45 °C. On fera apparaître les traits de construction.

3. Indiquer en exploitant le **document 1**, le (ou les) détecteur(s) à infrarouges adapté(s) à la mesure d'une température corporelle comprise entre 35 °C et 45 °C.

4. En explicitant la démarche et en exploitant le **document 2** et/ou la **figure 2**, comparer la longueur d'onde du rayonnement émis par un corps humain en bonne santé λ_B à celle λ_F du rayonnement émis par un corps fiévreux.

L'épidémie d'Ebola en République Démocratique du Congo (RDC), déclarée en août 2018, a fait plus de 750 morts, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Une équipe de médecins d'une Organisation Non Gouvernementale (ONG), exerçant des missions humanitaires, se rend sur les lieux de l'épidémie. Plusieurs thermomètres se trouvent dans la trousse médicale des médecins.

5. À l'aide des **documents 3 et 4**, comparer les trois thermomètres en termes de rapidité de lecture, de coût et d'utilisation sanitaire.

6. Choisir, en proposant une argumentation, le thermomètre le plus adapté à la mission « RDC ».

Exercice 4 : Le don du sang (5 points)

Le don de sang permet de prélever en même temps tous les composants du sang – globules rouges, plasma et plaquettes – qui sont ensuite séparés.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

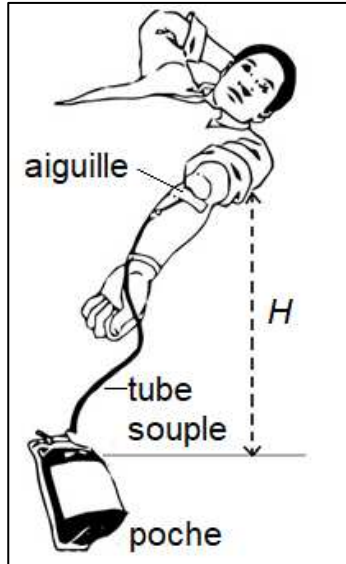
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Document 1 : Disposition du donneur lors du don de sang



Le volume de sang prélevé lors d'un don se situe toujours entre 420 mL et 480 mL. Il est évalué par le médecin qui reçoit le donneur. Ce volume est déterminé en fonction de la masse corporelle du donneur à raison de 7 mL/kg.

Un étudiant de 75 kg remplit toutes les conditions de santé pour donner son sang.

Donnée : $1 \text{ mL} = 10^{-6} \text{ m}^3$

1. Montrer que cet étudiant peut effectuer le don maximum autorisé, soit un volume de sang égal à 480 mL.

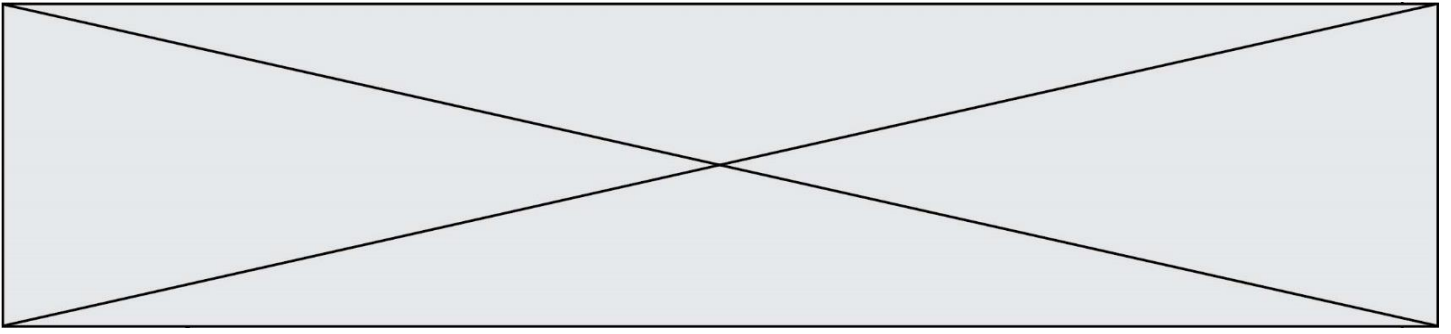
2. Dans les conditions opératoires, le débit sanguin D lors du prélèvement vaut $0,80 \text{ mL.s}^{-1}$. Déterminer la durée du prélèvement.

Pour réaliser le prélèvement, l'infirmier utilise une aiguille de 14 gauges, c'est-à-dire une aiguille dont la section intérieure a une surface S égale à $2,1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$.

3. Déterminer la valeur de la vitesse d'écoulement du sang dans l'aiguille.

4. La vitesse d'écoulement du sang dans le tube souple reliant l'aiguille à la poche de récupération du sang est plus faible que la vitesse d'écoulement dans l'aiguille. Proposer une explication.

L'infirmier constate que la valeur du débit sanguin diminue s'il réduit la hauteur H indiquée sur le **document 1**. Il observe même que le débit sanguin ne s'annule pas lorsque la poche de recueil est placée à la même hauteur que le bras (ce qui correspond à $H = 0$).



5. En vous appuyant sur l'observation que le débit sanguin ne s'annule pas lorsque $H=0$, comparer les pressions du sang dans la veine et dans la poche de recueil.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1..1

Exercice 3 : annexe à rendre avec la copie

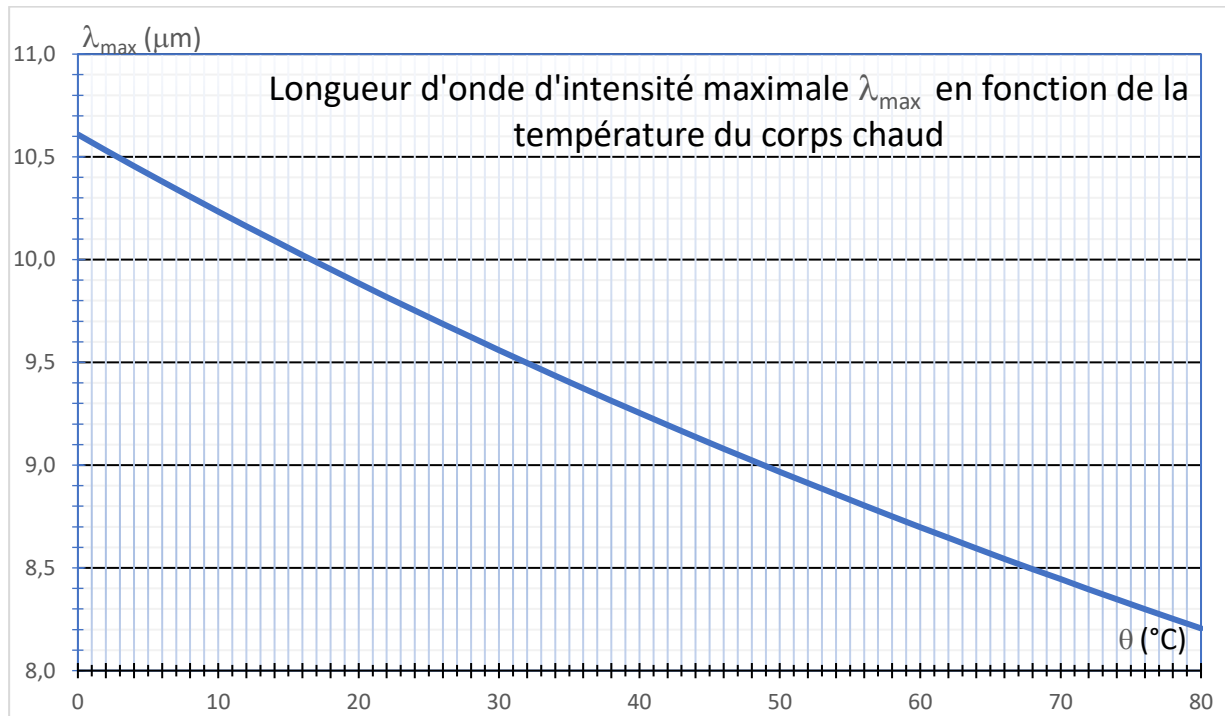


Figure 2 : Graphique permettant de déterminer la température d'une source à l'aide de la Loi de Wien